

健康土壤的三大支柱

支柱一：较高的有机质含量

土壤有机质的丢失

有机物质对健康的土壤至关重要，但大多数现代农业操作没有以保持其



高水平的方式进行管理。在大多数现代耕作的土壤中，原有的有机物只剩下了一半。总的来说，在大多数农田土壤上，有机质含量已经从占土壤的 5- 6% 下降到不到 3%。

耕作会消耗有机物。每一次土壤耕作时，氧气被搅拌进去，刺激微生物的活动，以加快的速度分解有机物。事实上，当森林被开垦和种植，或者草原被翻耕时，大部分的有机物都是在 10 年的耕作中流失掉的。

频繁的耕作，与很少留有植物残余地供土壤微生物食用的耕作方式相结合（如焚烧或去除作物残余地），将导致土壤有机质的耗竭。

有机物质很重要

事实上，可能没有其他的组成部分比有机物质对土壤健康更重要。

只占土壤组成很小部分的、曾经有过生命的一切物质——有机物质——不仅仅是土壤健康的指标。有机质中的碳是至关重要的土壤微生物的主要能量来源，也是使植物获得养分的关键。有机物质含量高对健康土壤的积极影响包括：

- 为土壤微生物提供碳和能量来源。

- 稳定和保持土壤颗粒的完整。
- 供应、储存和保留氮、磷和硫等营养物质。
- 提高土壤储存、移动空气和水的功能。
- 有助于降低土壤容重和压实度。
- 使土壤更易碎，粘性更小，更容易耕作。
- 从大气和其他来源保留碳。
- 减少农药、重金属等污染物对环境的负面影响。
- 提高土壤表层的可耕性。
- 增加水的渗透性
- 减少结硬皮。
- 减少了水的径流。
- 促进植物根系的发育和入侵。
- 减少土壤侵蚀

考虑到有机物质对土壤健康和作物生产的诸多益处，增加有机物质可能是生产者为提高农场的盈利能力和可持续性所能采取的最重要的管理步骤。一般来说，有三种方法可以做到这一点：

- 增加植株产量和根系产量：
- 在土壤中施用富碳物质：
- 使用降低分解速度的实践。

覆盖类作物、绿肥类作物和多年生牧草类作物都增加有机质，堆肥和粪肥也是如此。种植作物和根系增加了土壤表面上下的生物量。然而，并不是所有的生物量都转化为土壤有机质，大部分以二氧化碳和水的形式释放出来。需要 2 万磅（9071.85Kg）的有机输入物，比如农作物残渣，才能将土壤的实际有机质从的 4% 增加到 5%（译注：原英文没有说明面积，猜测为每公顷，合 15 市亩，605Kg/亩）。尤其是堆肥比其他有机材料分解得更慢，改善土壤结构的速度更快。肥料可以迅速分解，为农作物补充营养，但改良土壤却需要比堆肥更长的时间。

活性的和稳定的有机质

表 1. 活性的和稳定的有机物的比较

	占全部有机质的比例	分解周期	重要作用
活性的	1/2-2/3	长达几十年	分解有机物质以产生植物养分
稳定的	1/3-1/2	100 年甚至更长时间	优异的持水能力，有利于土壤结构；储存包括碳在内的营养物质

有机质可分为活性的和稳定的两类。由新鲜的有机物料、活体生物和部分已经降解的物料（正在慢慢分解）组成的部分，被称为“活性有机物”。

活性有机物和以其为食的微生物是土壤养分循环的核心。营养物质，特别是氮、磷和硫，被保存在这种活性有机物中，直到土壤生物将它们释放给植物使用。

这说明，在任何时候，土壤中的养分贮存量都远远大于可供植物使用的养分量。例如，有机物质含量为 3% 的土壤，每英亩含有约 3000 磅的氮，但根据分解速度的不同，每年只有一小部分 (30-100 磅) 可以供植物使用。

活性的有机质可能在几十年内分解，有机质的稳定部分由大的、更复杂的化合物组成，这些复杂化合物更难以被微生物降解。土壤中大部分稳定的有机物是一个多世纪以前，也可能是几个世纪以前就开始生长的高度分解的动植物组织。这些有机物质变成了富含碳的腐殖质，能够抵抗进一步的腐烂。

“稳定的有机物”或腐殖质，就像海绵一样，可以吸收六倍它自身重量的水。它也是用于储存营养物质水库，将从大气和其他来源碳封存。

健康的土壤同时需要活性的和稳定的有机物质才能正常运转。

支柱二：良好的结构

先来一个土壤崩解试验

你们的土壤结构好吗？先做一个崩解试验！雷·亚克莱塔是美国农业部自然资源保护局的一名农学家，他对土壤健康非常感兴趣，已经做了多次测试。他说，任何人都能做到，而且他预测它会让你大开眼界。

亚克莱塔说，贫瘠的土壤结构导致孔隙在水中坍塌，土壤破裂。具有良好结构的土壤-免耕土壤-在 24 小时后大部分仍能保持完整。造成这种差异的原因是土壤结构。生物胶结-土壤微生物的工作-将免耕土壤的团聚体粘合在一起。

在一项类似的渗透或降雨模拟试验中，亚克莱塔将两种土壤样本放入插入空罐子的铁丝网中，然后上面模拟降雨。

当你把耕过的土和未耕过的土放在纱罐里，模拟降雨，你很快就会看到，耕过的土让水渗透到整个剖面。亚克莱塔说，另一方面，水在耕田土壤上停留的时间要长得多。

“我认为这些测试是强大的视觉工具，来帮助解释和帮助人们记住土壤是如何运作的。”亚克莱塔继续说道。“我过去常常想，如果我耕作土壤-翻动它-就能让更多的水进来，但事实并非如此。耕作使土壤封闭孔隙，防止雨水渗入。你的土壤从上到下必须有孔隙空间。”

他总结说：“测试告诉我，我们的分水岭：我们有渗透的问题，而不是径流的问题。”“我的意思是，如果我们专注于建设导致更多渗透的健康土壤，我们就会做需要我们做的事情，以消除大部分径流。

如何做土壤崩解试验？

崩解试验测试比较了两大块表层土壤在水中的粘合程度和粘合时间。以下是步骤：

1. 从你不耕种的地方收集一大块（可以拿在手里的大小）表层土，比如栅栏处，或者是你很多年没耕种过或没种过草的土地。
2. 从你一直耕过的地里得到第二块满铲土或大块土。它应该与第一个样品的土壤类型相同。

3. 找两个玻璃罐，纱罐或某种足够大的透明玻璃罐，能装下大块的泥土。
4. 你可以在每个罐子的顶部钩上一些钢丝网，这样泥土就可以浸在水里，



但土块要保持在罐子的上半部分。

5. 把钢丝网插入每个罐子。
6. 把罐子装满水。
7. 同时，将耕过的样品放入一个罐子，将未耕过的样品放入另一个瓶子。
8. 看看哪种土壤能保持在一起，哪种土壤会分解。结构不良的那个就会先开始崩塌。

“软、易碎” “像奶酪” “就像一块海绵” “松软，而且到处都是洞。”

上述和其他的关于健康土壤外观和手感的常见描述，指的就是良好的土壤结构。

土壤结构-即土壤固体部分的排列和它们之间的孔隙空间-对土壤如何发挥作用至关重要。当固体部分-砂粒、粉粒和粘土颗粒-粘在一起形成粗粒团聚体时，土壤的固体部分和孔隙空间具有良好的平衡。

高度聚合的土壤表土中那些颗粒状的、持久的、明显的团聚体-在它们之间留下很大的孔隙空间-是肥沃和结构良好的土壤。

结构良好的土壤既有大孔隙(直径一般大于 0.08 mm 的大孔隙)，也有微孔隙(直径小于 0.08 mm 的小孔隙)，通常存在于团聚体结构内。

一个相互连通的孔隙网络-与松散的易碎的高度聚集的土壤相关的-允许水和空气在土壤中快速渗透和移动，并为土壤生物提供栖息地。

化学和物理因素在粘土小团聚体的形成中起着重要作用，而生物过程则驱动着大团聚体和大孔隙的发育。例如，蚯蚓会产生新的聚集体和气孔。它们产生的粘合剂负责形成水稳定的大团聚体，它们的挖洞行为，创造了连续的孔隙，将表层和地下土层连接起来。蚯蚓在取食的同时，也加速了植物残渣的分解、养分循环和养分在土壤剖面中的重新分配。

土壤有机质也有助于形成稳定的土壤团聚体。土壤微生物在得到有机质的滋养后，会分泌一种叫做球囊素的粘胶蛋白，这是一种有效的大团聚体的短期胶结剂。有机胶是由真菌和细菌分解植物残留物产生的。由微生物、根和其他有机物产生的防水物质，提供了从几个月到几年的长期聚集稳定性。

耕作破坏结构

管理措施，如减少土壤覆盖、破坏连续孔隙空间、夯实土壤、或减少土壤有机质等，都对土壤结构产生消极影响。由于耕作对所有这些特性都有负面影响，因此它在损害健康土壤做法的清单上名列前茅。

当耕作使土壤变得疏松时，土壤颗粒就暴露在风和水的力量下。脱落的土壤颗粒经风和水的输送，沉降到孔隙中，造成表面封闭、压实，减少渗透。当这些情况发生时，植物可获得的水就会减少，径流和侵蚀就会增加。相比之下，未耕作、常年种植多种残茬作物的土壤结构较好，团聚性强，有机质和微生物活性高，保水能力强，渗透率高，密实度小。

支柱三：充满着生命

很多人没有意识到土壤，特别是健康的土壤，充满了生命。

许多人没有意识到，土壤，尤其是健康的土壤，充满了生命。数以百万计的物种和数以亿计的生物体组成了微观和宏观生命的复杂多样的混合体，它代表了



地球上生物密度最大的地方。

细菌、藻类、微型昆虫、蚯蚓、甲虫、蚂蚁、螨虫和真菌都在其中。在全球范围内，它们每年创造的总价值估计为 1.5 万亿美元。

虽然估计数各不相同，但如果你能称量一英亩土地上最上层 6 英寸土壤中的所有生物体的重量，你会发现它们的重量在 2500 磅到 5000 磅之间，这取决于土壤的健康程度。这是很大的生命量。

这些地下的生物在体型上的不足，在数量得到了弥补。以细菌为例，土壤微生物的数量最多。在一个大头针的顶端区域内，足可以装下 4000 万个细菌。事实上，一茶匙土壤中的土壤微生物比地球上的总人口数量还要多。

这些微生物只占土壤总质量的 0.5%，它们是酵母、藻类、原生动物、细菌、线虫和真菌，它们把土壤加工成丰富的、深色的、稳定的腐殖质。



像其他生物一样，土壤中的生物也需要食物和庇护所。有些以死去的有机物为食，有些以其他微生物为食。作为一个群体，它们进行循环养分，构建土壤，并赋予它结构。

最健康的土壤是具有生命多样性和丰富性的土壤。拥有最健康土壤的农民通过在土壤表面创造多种多样的植物来培育生命，全年覆盖地面，不耕作，并明智地使用杀虫剂。

充分认识到土壤中充满了生命，对那些心中始终装着健康土壤的生产者来说，是一个游戏规则的改变者。对这些生产者来说，耕作应该以供养那些构建健康土壤的生物体为中心。

这些农民明白，已经成为作物种植标准的、一年又一年的土壤翻耕，会破坏土壤微生物，破坏土壤系统。

相反，他们尽可能减少对土壤的干扰。而且，它们会尽可能多的在土壤中种植各种各样的植物，进行土壤覆盖并通过活根为土壤微生物提供食物，反过来，这些土壤微生物将养分循环到植物中，使植物得以生长和繁荣。

这是一种自然的共生系统，可以带来健康的土壤和更可持续、更有利可图的农业。

生物	它们能做什么？
细菌	以有机物为食，储存和循环氮，分解农药、毒素。
真菌	土壤中有多达 3000 种真菌。有些以死去的有机物为食，如更难分解的作物残留物，另一些则是攻击其他微生物的寄生生物。某些在根部扇形散开，以获得更多的营养和为植物保持更多的水分。它们把营养物质传递给植物以交换所需要的碳素（根分泌物）。
原生动物	以细菌、真菌和藻类为食。当它们以细菌为主要食物来源时，将氮缓慢释放到土壤环境中。他们可将有机氮转化为植物可利用的无机氮。
螨虫	分解和粉碎有机物，作为氮循环的一个重要组成部分。
线虫	这些微小的蠕虫是氮循环的重要组成部分。大多数都是不致病的，它们以土壤中的其他生物为食。
蚯蚓	排除部分已分解的有机物，产生营养丰富的粪柱，形成光滑的孔道，帮助形成土壤团粒结构和水分在土壤中的流动。
注意：了解这些微生物是如何构建健康土壤的很重要，但了解它们的危害也很重要。耕作和不明智地使用杀虫剂都可能伤害这些重要的生物。	

了解更多土壤健康内容 关注“益禾箭菌肥扩增机”公众号